



NOVÁTICA

Revista de la Asociación de Técnicos de Informática

Nº 235, enero-marzo 2016, año XLII



**Interacción Persona-Ordenador:
Visiones y contextos**

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de **ATI** (Asociación de Técnicos de Informática), organización que edita también la revista **REICIS** (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software).

< <http://www.ati.es/novatica/> >
< <http://www.ati.es/reicis/> >

ATI es miembro fundador de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies), representa a España en **IFIP** (International Federation for Information Processing) y es miembro de **CLEI** (Centro Latinoamericano de Estudios de Informática) y de **CECUA** (Confederación of European Computer User Associations). Asimismo, tiene un acuerdo de colaboración con **ACM** (Association for Computing Machinery) y colabora con diversas asociaciones informáticas españolas.

Consejo Editorial

Guillem Alsina González, Rafael Fernández Calvo (presidente del Consejo), Jaime Fernández Martínez, Luis Fernández Sanz, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Silvia Leal Martín, Dídac López Viñas, Francesc Noguera Puig, Joan Antoni Pastor Collado, Viktu Pons i Colomer, Moisés Robles Gener, Cristina Vigil Díaz, Juan Carlos Vigo López

Coordinación Editorial

Llorenç Pagés Casas <pages@ati.es>

Composición y autedición

Impresión Offset Derra S. L.

Traducciones

Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gl/lengua-informatica/>>

Administración

Tomas Brunete, María José Fernández, Enric Camarero

Secciones Técnicas - Coordinadores

Acceso y recuperación de la Información

José María Gómez Hidalgo (Pragsis Technologies) <jmgomez@pragsis.com>

Manuel J. Mañá López (Universidad de Huelva) <manuel.mana@diestia.uhu.es>

Administración Pública electrónica

Francisco López Crespo (MAE) <flc@ati.es>

Sebastià Justicia Pérez (Diputación de Barcelona) <sjusticia@ati.es>

Arquitecturas

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza) <enrique.torres@unizar.es>

José Filch Cardó (Universidad Politécnica de Valencia) <jfilch@disca.upv.es>

Auditoría SITIC

Marina Touriño Troitiño <marinatourino@marinatourino.com>

Sergio Gómez-Landero Pérez (Endesa) <sergio.gomezlandero@endesa.es>

Derecho y tecnologías

Isabel Hernando Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV) <isabel.hernando@ehu.es>

Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara) <edavara@davara.com>

Enseñanza Universitaria de la Informática

Cristóbal Pareja Flores (DSIP-UJM) <cpajera@slp.uom.es>

J. Ángel Velázquez Ilurbe (DLSI I, URJC) <angel.velazquez@urjc.es>

Entorno digital personal

Andrés Marín López (Univ. Carlos III) <amarin@it.uc3m.es>

Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid) <gachet@uem.es>

Estándares Web

Encarna Quesada Ruiz (Virat) <encarna.quesada@virat.com>

José Carlos del Arco Prieto (TCP Sistemas e Ingeniería) <jcarco@gmail.com>

Gestión del Conocimiento

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young) <jbaiget@ati.es>

Gobierno corporativo de las TI

Manuel Palao García-Suñel (ATI) <manuel@opalao.com>

Miguel García-Menéndez (ITI) <mgarciamenendez@itirendsinstitute.org>

Informática y Filosofía

José Ángel Olivás Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM) <joseangel.olivas@uclm.es>

Roberto Feltoro Orta (UNED) <rfeltoro@gmail.com>

Informática Gráfica

Miguel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón) <chover@lsi.uji.es>

Roberto Vivó Hernández (Eurographics, sección española) <rvivo@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software

Luis Fernández Sanz, Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá) <luis.fernandez.daniel.rodriguez@uah.es>

Inteligencia Artificial

Vicente Boti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV) <{vbotti,vinglada}@dsic.upv.es>

Interacción Persona-Computador

Pedro M. Latorre Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO) <platorre@unizar.es>

Francisco L. Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, AIPO) <fgutierrez@ugr.es>

Lengua e Informática

M. del Carmen Ugarte García (ATI) <cuarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos

Oscar Belmonte Fernández (Univ. Jaime I de Castellón) <obelfern@lsi.uji.es>

Inmaculada Coma Taty (Univ. de Valencia) <inmaculada.coma@uv.es>

Lingüística computacional

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <xggo@uvigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <mpalomar@dlsi.ua.es>

Modelado de software

Jesús García Molina (DIS-UM) <jmolina@um.es>

Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP Argentina) <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

Mundo estudiantil y jóvenes profesionales

Federico G. Mon Tredici (RITS) <gmon.tredici@gmail.com>

Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid) <mikelho_uni@yahoo.es>

Seguridad

Rafael Fernández Calvo (ATI) <rfcalvo@ati.es>

Miguel Sárries Gurió (ATI) <mitiguel@sarries.net>

Redes y servicios telemáticos

Juan Carlos López López (UCLM) <juancarlos.lopez@uclm.es>

Ana Pont Sanjuán (UPV) <apont@disca.upv.es>

Robotica

José Cortés Arenas (Sopra Group) <joscortea@gmail.com>

Juan González Gómez (Universidad Carlos III) <juan@iearobotics.com>

Seguridad

Javier Arellito Bertolin (Univ. de Deusto) <jarellito@deusto.es>

Javier López Muñoz (ETS Informática-UMA) <jlm@cc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real

Alfonso Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM) <{aalonso,jpunte}@dit.upm.es>

Software Libre

Jesús M. González Barahona (GSYC-URJC) <jgib@gsyc.es>

Israel Herráiz Tabernero (Universidad Politécnica de Madrid) <isra@herraiz.org>

Tecnologías para la Educación

Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M) <dodero@inf.uc3m.es>

César Pablo Córcoles Briongo (UOC) <ccorcoles@uoc.edu>

Tecnologías y Empresa

Dídac López Viñas (Universidad de Girona) <didac.lopez@ati.es>

Alonso Álvarez García (TID) <aag@tid.es>

Tendencias tecnológicas

Gabriel Martí Fuentes (Interbits) <gabi@atinet.es>

Juan Carlos Vigo (ATI) <juancarlosvigo@atinet.es>

TIC y Turismo

Andrés Aguiar Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <{aguayo,guevara}@ccuma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tlf: 91 4029391; fax: 91 3093685 <novatica@ati.es>

Administración y Redacción ATI Cataluña

Calle Avila 50, 3a planta, local 9, 08005 Barcelona

Tlf: 93 4125235; fax: 93 4127713 <secretgen@ati.es>

Redacción ATI Andalucía

<secretand@ati.es>

Redacción ATI Galicia

<secretgal@ati.es>

Suscripción y Ventas

<novatica.subscripciones@atinet.es>

Publicidad

Plaza de España 6, 2ª planta, 28008 Madrid

Tlf: 91 4029391; fax: 91 3093685 <novatica@ati.es>

Imprenta

Impresión Offset Derra S.L., Lluís 41, 08005 Barcelona

Depósito legal: B 15.154-1975 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVAC

Portada: ¿Dónde estoy? - Concha Arias Pérez / © ATI

Diseño: Fernando Agresta / © ATI 2003

editorial

Repasando nuestros principios > 02

en resumen

En todo lugar, en cada momento, un ordenador > XX

Llorenç Pagés Casas

noticias de IFIP

Resumen de la reunión del Board > 03

Ramón Puigjaner Trepat

42a reunión plenaria del Comité Técnico 13, TC13-HCI > 04

Julio Abascal González

monografía

Interacción Persona-Ordenador: Visiones y contextos

Editores invitados: Lourdes Moreno López y Pere Ponsa Asensio

Presentación. Atendiendo la diversificación de los sistemas interactivos > 07

Lourdes Moreno López, Pere Ponsa Asensio

Un estado del arte sobre Interacción Persona-Ordenador > 12

José Antonio Macías Iglesias

Diseño de actividades de mejora de capacidades cognitivas para tabletops tangibles > 17

Clara Bonillo, Eva Cerezo, Javier Marco, Sandra Baldassarri

Interacción natural en museos, un caso real de estudio: Desarrollo de un módulo para la exposición "Juego de Neuronas" > 23

Roi Méndez, Julián Flores, Rubén Arenas

Herramienta de software para la evaluación colaborativa de la usabilidad de sistemas interactivos > 29

Andrés Solano, Juan Camilo Cerón, César A. Collazos, Habib M. Fardoun, José Luis Arciniegas

Comparando la eficiencia de uso de una aplicación de gestión para escritorio y para tableta > 35

Juan P. Moreno, Federico Botella, Antonio Peñalver

Estudio de aprendibilidad de gestos móviles para usuarios con Síndrome de Down > 40

Alfredo Mendoza G., Francisco J. Alvarez R., Ricardo Mendoza G., Francisco Acosta E., Jaime Muñoz A.

Explorando los mecanismos de autoinclusión de las mujeres en las TIC > 46

Núria Vergés Bosch

¿Qué entendemos por calidad de interacción? > 51

Cristina Roda Sánchez, Víctor M. López-Jaquero, Francisco Montero Simarro

secciones técnicas

Enseñanza Universitaria de la Informática

Casi le dimos la vuelta a la enseñanza del desarrollo del software > 56

Josep Maria Marco-Simó, María Jesús Marco-Galindo, Daniel Riera Terrén

Seguridad

Seguridad digital 2015 > 62

Miguel García-Menéndez

Software Libre

Análisis de barreras fundamentales para la adopción de software libre de escritorio > 68

en la sanidad pública: el Servicio Gallego de Salud > 68

Juan Carlos Iglesias Alberte, Florentino Fdez-Riverola

Referencias autorizadas > 75

sociedad de la información

Programar es crear

Aproximación de superficies > 81

(Competencia UTN-FRC 2013, problema 2, enunciado) > 81

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas

El problema de los números de Hardy-Ramanujan > 82

(Competencia UTN-FRC 2014, problema 4, solución) > 82

Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano, Marina Elizabeth Cárdenas

asuntos interiores

Coordinación editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales > 86

Monografía del próximo número: "Democracia electrónica"

Clara Bonillo, Eva Cerezo, Javier Marco, Sandra Baldassarri

GIGA Affective Lab, Dep. Informática e Ingeniería de Sistemas, Universidad de Zaragoza, Zaragoza (España)

<{clarabf,ecerezo,javi.marco,sandra}@unizar.es>

Diseño de actividades de mejora de capacidades cognitivas para *tabletops* tangibles

1. Introducción

El envejecimiento de la población en los últimos años ha supuesto una revolución demográfica: se estima que actualmente hay unos 600 millones de personas mayores de 60 años y parece que esta cifra va a ir aumentando.

Este hecho supone un reto para el resto de la sociedad, puesto que hay que considerar el declive tanto físico como cognitivo que se produce a medida que una persona envejece. Por otra parte, se estima que el 14% de la carga global de las enfermedades a nivel mundial puede ser atribuida a trastornos neuropsiquiátricos [10], los cuáles también producen un declive en las capacidades cognitivas ya sea por la propia enfermedad o por efectos secundarios de la medicación que dichas enfermedades conllevan.

Una forma de ayudar a estas personas a mejorar dichas capacidades, o por lo menos evitar su deterioro, es a través de actividades que potencien el uso de dichas capacidades [9].

Además de las actividades tradicionales de mejora o mantenimiento, durante los últimos años se ha empezado a explorar el uso de dispositivos *tabletop* para trabajar la estimulación cognitiva, centrándose principalmente en ancianos [2][4][5][6][11].

Un *tabletop* es un dispositivo, con un aspecto más o menos cercano al de una mesa convencional, cuya superficie está aumentada mediante la proyección de imagen y sonido procedente de una aplicación informática y en el que la interacción con dicha aplicación se lleva a cabo mediante movimientos de los dedos en contacto con la superficie de la mesa (multitáctil).

Esta forma de interacción presenta muchas ventajas, ya que la superficie del *tabletop* supone un espacio amplio para las capacidades visuales y motrices de los usuarios. Sin embargo, este tipo de interacción presenta una importante desventaja y es que la complejidad y precisión de muchos gestos táctiles puede hacerla dificultosa y frustrante para usuarios con problemas de motricidad, como los ancianos o personas con trastornos mentales graves.

Por ello, otros modelos de interacción natural, como la Interacción Tangible, pueden

Resumen: El objetivo de este trabajo ha sido explorar la potencialidad del uso de *tabletops* tangibles en el ámbito de la estimulación cognitiva. Para ello se han desarrollado las herramientas necesarias para poder crear actividades de estimulación cognitiva para el *tabletop* tangible basado en visión NIKVision: un lenguaje de marcado tipo XML y un intérprete del mismo. Con dichas herramientas se han creado nueve actividades que trabajan áreas como la memoria, la atención y el razonamiento. Dichas actividades han podido ser evaluadas por una terapeuta y su grupo de pacientes, pertenecientes a una asociación local de adultos con enfermedad mental. Los resultados de la evaluación son muy prometedores y animan a continuar trabajando en esta línea.

Palabras clave: Estimulación cognitiva, interacción natural, interacción tangible, lenguaje de marcas, mesa interactiva, *tabletop*.

Autores

Clara Bonillo es licenciada en Ingeniería Informática por la Universidad de Zaragoza. En la actualidad está realizando el Doctorado en el Programa de Ingeniería de Sistemas e Informática, en el grupo de investigación GIGA AffectiveLab. Su área de investigación es la interacción tangible. En 2015 su Proyecto Fin de Carrera titulado “Desarrollo de una herramienta para diseño y ejecución de actividades enfocadas a ancianos con el *tabletop* NIKVision” recibió el Premio al mejor trabajo de fin de grado de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), de la cuál es miembro.

Eva Cerezo es licenciada en Ciencias Físicas y Doctora en Ingeniería Informática por la Universidad de Zaragoza. En la actualidad es profesora titular y subdirectora del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas y coordinadora del Programa de Doctorado en Ingeniería de Sistemas e Informática de dicha universidad. Perteneció al Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) y es fundadora del grupo de investigación GIGA AffectiveLab. Su área de investigación es la interacción persona-ordenador y, en particular, la computación afectiva, la interacción multimodal, la interacción tangible y los humanos virtuales. Es autora de más de 70 publicaciones internacionales que acumulan en conjunto más de 300 citas. Es miembro del comité de programa o revisora habitual de numerosas conferencias nacionales e internacionales: el Congreso Internacional de Interacción Persona Ordenador de la AIPO, la “ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)”, la “ACM International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI)”, la “ACM Interaction Design and Children (IDC)”, la “ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization (UMAP)” y la “International Conference on Advanced Computer Entertainment (ACE)”.

Javier Marco es Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de Zaragoza desde 2011. En su tesis, investigó los beneficios que las interfaces tangibles aportan a los niños así como su participación durante las fases de diseño y evaluación. Estuvo investigando en el grupo ChiCI en la Universidad de Central Lancashire (UK) y en el M-ITI en la Universidad de Madeira (Portugal), con el programa de postdoctorado Carnegie Mellon. Es miembro del comité de programa del Congreso Internacional de Interacción Persona Ordenador de la AIPO y de la “Tangible and Embedded Interaction International Conference (TEI)”. También ha organizado varios *workshops* en diferentes simposios internacionales sobre el diseño e implementación de aplicaciones tangibles.

Sandra Baldassarri es licenciada en Ciencias de la Computación por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y doctora en Ingeniería Informática por la Universidad de Zaragoza (España) en 2004. Desde 1996 es profesora en el Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Zaragoza (España), actualmente como Contratada Doctora. Es miembro fundadora del grupo de investigación GIGA AffectiveLab y miembro del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), ambos de la Universidad de Zaragoza. Sus áreas de investigación incluyen la computación afectiva, las interfaces multimodales, las interfaces naturales y tangibles, los personajes virtuales emocionales, las diferentes técnicas de interacción aplicadas a la educación y, en particular, a la educación especial. En estas áreas de trabajo ha publicado numerosos artículos en revistas y congresos, tanto nacionales como internacionales. Es revisora habitual de revistas y conferencias del ámbito de la IPO, como la “Multimedia Tools and Applications”, la “ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems” o la “International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction”, y ha participado, en dos ediciones (2007 y 2013), en la organización del congreso nacional de referencia: el Congreso Interacción Persona Ordenador organizado por AIPO.

“ Un tabletop es un dispositivo, con un aspecto más o menos cercano al de una mesa convencional, cuya superficie está aumentada mediante la proyección de imagen y sonido procedente de una aplicación informática ”

ofrecer una alternativa más adaptada a las características de dichos usuarios [3]. La Interacción Tangible plantea que la interacción entre el usuario y la aplicación informática sea a través de objetos físicos de uso cotidiano.

Técnicamente, un dispositivo *tabletop* tangible es capaz de identificar distintos objetos colocados en su superficie, así como seguir las distintas manipulaciones que los usuarios realizan con ellos, mostrando información proyectada sobre la misma superficie donde se manipulan los objetos.

Tras realizar un estudio sobre los trabajos que usan *tabletops* para trabajar la estimulación cognitiva, se pudo concluir que estas experiencias de trabajo no estaban aprovechando todo lo que se podría las ventajas que ofrecen la combinación de la Interacción Tangible con los *tabletops*.

Por otra parte, el grupo GIGA Affective Lab cuenta con NIKVision [8], un *tabletop* tangible, y con experiencia en el desarrollo de actividades y juegos para el mismo [7].

En NIKVision, la interacción se lleva a cabo mediante objetos colocados sobre su superficie (ver figura 1A). Se pone una vídeo-cámara USB dentro de la mesa, para que capture su superficie desde abajo (figura 1B). El software de reconocimiento visual se ejecuta desde una mini-torre de ordenador (figura 1C) que también se encarga del software de los juegos y de la imagen activa proporcionada por el proyector de vídeo situado bajo la mesa (figura 1D) a través de un espejo que está dentro de la mesa (figura 1E).

La imagen de salida también puede mostrarse en una pantalla de ordenador convencional (ver figura 1D) adyacente a la mesa, aunque este último elemento es opcional y no está presente en la versión de NIKVision utilizada en este trabajo. El reconocimiento visual y el seguimiento de objetos en la mesa se debe al *framework* reacTIVision que reconoce los identificadores únicos (llamados fiduciales) situados en la base del objeto (ver figura 1, derecha) que permiten determinar la posición y orientación de los mismos.

El objetivo de este trabajo ha sido explorar las potencialidades de un dispositivo *tabletop* como NIKVision en la estimulación cognitiva.

El artículo está organizado de la forma siguiente: en la **sección 2** se realiza un estudio de las áreas cognitivas que más se suelen trabajar en terapia y del tipo de actividades más frecuentes en cada una de ellas; así mismo, se presentan las herramientas generadas para la definición y ejecución de actividades: el lenguaje de marcas y el reproductor. En la **sección 3** se presentan las actividades desarrolladas y en la **sección 4** su evaluación con usuarios. Finalmente, en la **sección 5**, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Herramientas para la creación y ejecución de actividades de estimulación cognitiva para tabletops tangibles

Partiendo de la experiencia del grupo en el desarrollo de software para el *tabletop* NIKVision se decidió diseñar unas herramientas básicas que hiciesen sencilla la creación de actividades cognitivas para el mismo.

Para ello, primero se hizo un estudio sobre las distintas actividades y juegos que se utilizan habitualmente para el tratamiento de problemas cognitivos. Después, se extrajeron los requisitos comunes de las mismas. Finalmente, se implementaron las herramientas necesarias para desarrollar las actividades tangibles.

2.1. Áreas cognitivas

El primer paso fue conocer cada una de las áreas cognitivas que suelen trabajarse [9], junto con ejemplos de actividades que se suelen desarrollar para potenciar dichas áreas.

- **Memoria:** es una de las funciones cerebrales cuyo deterioro es más patente con la edad. Un ejemplo típico de juego de memoria es el juego de encontrar las parejas.
- **Atención:** dentro de la atención podemos distinguir a su vez tres subtipos [1]: selectiva, sostenida y dividida. Ejemplos de actividades de atención son el juego de encontrar las diferencias o los puzles.
- **Cálculo:** esta área cognitiva se refiere a la capacidad de una persona de realizar cálculos matemáticos sin instrumentos adicionales. Ejemplos de actividades de este tipo se pueden encontrar en juegos de mesa como el parchís o el dominó.
- **Lenguaje:** capacidad de los seres humanos para comunicarse por medio de signos. Actividades que potencian esta área pueden ser emparejar sinónimos y antónimos, u ordenar frases desordenadas.
- **Orientación espacio-temporal:** se relaciona con el conocimiento que tiene cada persona del tiempo en el que está (fecha y hora) y del lugar en el que está. Para trabajar la orientación se suelen utilizar preguntas del tipo: ¿qué hora es?, ¿dónde estamos?
- **Razonamiento:** facultad que permite resolver problemas, extraer conclusiones y aprender de manera consciente de los hechos, estableciendo conexiones causales y lógicas necesarias entre ellos. Un ejemplo claro de juego de razonamiento es el Sudoku.

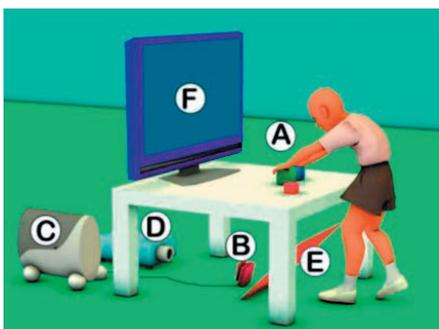


Figura 1. NIKVision y fiduciales. Izquierda: Estructura de NIKVision. Derecha: Juguetes con fiduciales pegados a su base.

“ Un juego de *tabletop* es modelado como una secuencia de tareas. Cada tarea es un objetivo que el jugador ha de alcanzar para poder avanzar en el juego ”

Una vez detectadas las áreas y actividades más habituales, se llevó a cabo un análisis de requisitos que se explica en la siguiente sección.

2.2. Análisis de requisitos

Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las diferentes actividades cognitivas expuestas en el anterior apartado, con objeto de extraer los elementos comunes a todas ellas y poder elaborar un conjunto de requisitos a cumplir por una aplicación informática capaz de ejecutar cualquiera de estas actividades en un dispositivo *tabletop*.

Se extrajeron un total de ocho requisitos:

- 1) Se han de tener **áreas** interactivas en las que poder poner uno o más objetos.
- 2) En algunas actividades se ha de tener en cuenta la orientación de los objetos colocados sobre el área, por ejemplo en las actividades de tipo puzzle.
- 3) Las áreas tienen una lista de **objetos** correctos y una lista de objetos incorrectos.
- 4) La imagen de **fondo** mostrada en pantalla podrá cambiar pasado un cierto tiempo que será configurable. Este requisito surge por los juegos de memoria, en los que es necesario mostrar inicialmente al jugador una información que se oculta tras un tiempo determinado, durante el cual el jugador debe memorizarlo.
- 5) Las áreas interactivas pueden estar fijas en una posición en pantalla o ir asociadas a objetos.
- 6) Se tiene que poder ofrecer algún tipo de **realimentación** cuando se coloquen objetos en las áreas dependiendo de si están bien o mal.
- 7) Se tiene que poder definir **tareas** dentro de una misma actividad de modo que cuando se complete una tarea de la misma, se pase a la siguiente.
- 8) Las actividades pueden requerir objetos concretos diferenciados o fichas del mismo tipo.

Una vez recopilados los requisitos comunes a las actividades cognitivas, se ha creado una herramienta informática que permite definir

y ejecutar actividades basadas en Interacción Tangible en un dispositivo *tabletop*.

Para ello, primero ha sido necesario crear un lenguaje de definición de actividades y juegos que cubra todos los requisitos anteriormente expuestos usando una sintaxis entendible por una aplicación informática.

2.3. Lenguaje de modelado de actividades cognitivas

Partiendo del análisis de requisitos previo se ha extraído un vocabulario o conjunto de términos que siempre aparecen en los juegos y actividades cognitivas.

Un juego de *tabletop* es modelado como una secuencia de tareas. Cada tarea es un objetivo que el jugador ha de alcanzar para poder avanzar en el juego.

Cada tarea está compuesta por:

- Un **fondo**: el tablero.
- Varias **áreas**: zonas del tablero o de una pieza de juego en las que posicionar unas determinadas piezas de juego tiene un significado.
- Varias **piezas de juego**: objetos utilizados en el juego. Se colocan en las áreas; fuera de ellas la pieza no tiene ningún significado para el juego.
- **Retroalimentación**: elementos gráficos o sonoros que muestran las consecuencias de las acciones del jugador.

La estructura jerárquica de los diferentes elementos hace que la forma más adecuada de modelar las actividades y juegos sea mediante un lenguaje de marcas como el XML, ya que este tipo de lenguajes son muy adecuados para representar jerarquías.

Una vez definido el lenguaje de marcas, se ha implementado una aplicación informática capaz de interpretar ficheros XML que siguen la sintaxis previamente expuesta para modelar los juegos, y ejecutarlos en un dispositivo *tabletop*.

2.4. Intérprete del lenguaje de modelado de actividades cognitivas

El intérprete es la aplicación encargada de cargar y ejecutar los juegos en el dispositivo *tabletop*.

Cuando se ejecuta, el intérprete lee todos los ficheros XML almacenados en una carpeta específica del sistema informático del *tabletop*. Cada fichero XML contiene un juego modelado con la sintaxis detallada en la sección anterior.

El reproductor muestra en la superficie del *tabletop* una pantalla de menú con todos los juegos de la carpeta (ver **figura 2**, izquierda). De esta manera, el jugador puede ejecutar un juego tocando su icono correspondiente

Cuando un juego ha sido elegido, el intérprete carga e interpreta el fichero XML, y recupera todos los gráficos y ficheros de audio requeridos para renderizar el juego sobre el *tabletop*.

Finalmente, el tablero se muestra en el *tabletop* y el jugador puede jugar situando las diferentes piezas de juego sobre la superficie (ver **figura 2**, derecha).

3. Actividades desarrolladas

Se decidió comenzar con actividades de memoria, atención y razonamiento, en las que las potencialidades del uso de objetos eran más palpables.

A continuación, se detallan las actividades desarrolladas con nuestras herramientas agrupadas por área de trabajo cognitivo.

3.1. Actividades de memoria

Como actividades de memoria se desarrollaron las actividades “Lista de la compra”, “Viajes” y “Kraken”.

En “Lista de la compra” se muestra en pantalla una imagen con una lista de la compra con alimentos durante cinco segundos. Pasado ese tiempo, se quita la imagen de la lista poniéndose una imagen con una bolsa de la compra y el usuario ha de seleccionar los alimentos correctos y situarlos en la bolsa. Los objetos que se utilizan en esta actividad son doce juguetes de comidas y bebidas (ver **figura 3**, arriba).

En la actividad “Viajes”, al usuario se le muestra un mapa de Europa y se reproduce una grabación con un itinerario a seguir con distintos medios de transporte. El usuario ha de recordar el itinerario y situar los transportes correspondientes en los países correctos. Los objetos que se utilizan en esta

actividad son juguetes de medios de transporte (ver **figura 3**, abajo-izquierda).

En la actividad “Kraken”, al usuario se le muestra una imagen de un mar dividido en casillas. Durante unos segundos, el usuario puede ver en qué casillas están varios monstruos justo antes de que la imagen inicial se oculte y sólo queden las casillas mostrando mar. El objetivo del juego es que el usuario llegue a la isla del tesoro evitando las casillas en las que había monstruos. El objeto que se utiliza en esta actividad es un juguete de un barco (ver **figura 3**, abajo-derecha).

3.2. Actividades de atención

Como actividades de atención, se desarrollaron las siguientes: “¿Cuántos hay?” (atención dividida), “Marca los símbolos” (atención selectiva), y “Tangram” (atención sostenida).

En “¿Cuántos hay?” al usuario se le muestra una imagen con números entre el 0 y el 9. Al mismo tiempo, se estará reproduciendo una grabación con una secuencia de golpes de modo que el usuario, a la vez que marca los números, tendrá que decir cuántos golpes han sonado. Los objetos que se utilizan en esta actividad son fichas que el usuario tendrá que colocar en los números correspondientes (ver **figura 4**, arriba).

En “Marca los símbolos” se presenta un mapa con símbolos de gasolineras, restaurantes, hoteles, farmacias...y se pide al usuario que marque todos los que sean de un tipo concreto. Los objetos que se utilizan en esta actividad son fichas que el usuario tendrá que colocar en los símbolos correspondientes (ver **figura 4**, abajo-izquierda).

La actividad “Tangram” tiene dos modos: el fácil, en el que se ve en qué posición está cada una las piezas que conforman la figura, y el difícil, en el que solo se muestra el contorno de la figura.

En la modalidad difícil también se trabaja el razonamiento, al tener que deducir dónde va cada pieza. Los objetos con los que trabajamos en esta actividad son las siete piezas del Tangram (ver **figura 4**, abajo-derecha).

3.3. Actividades de razonamiento

Como actividades de memoria, se desarrollaron las actividades “Relaciones sintagmáticas”, “Analogías”, y “Completa la secuencia”.

En “Relaciones sintagmáticas”, el usuario ha de seguir unas instrucciones que guardan relaciones entre sí para rellenar una composición de figuras geométricas con las figuras de la forma y color adecuados. Esta actividad tiene dos modos: el fácil, con una composición de cuatro figuras geométricas (dos cuadrados y dos círculos) y el difícil, con una composición de seis figuras geomé-



Figura 2. Intérprete del lenguaje de marcas. Izquierda: Pantalla de menú del intérprete. Derecha: Intérprete ejecutando un juego.

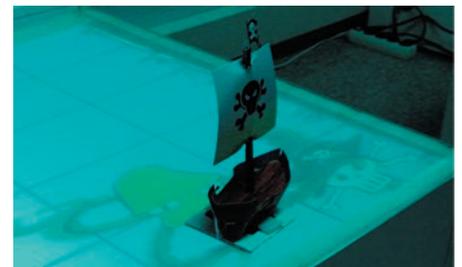
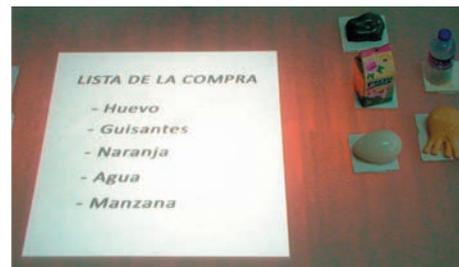


Figura 3. Actividades de memoria. Arriba: Lista de la compra Abajo-Izquierda: Viajes. Abajo-Derecha: Kraken.

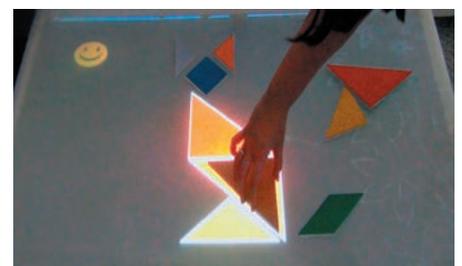
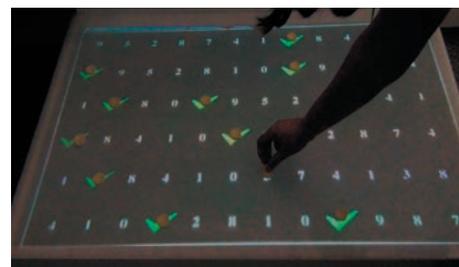


Figura 4. Actividades de atención. Arriba: ¿Cuántos hay? Abajo-Izquierda: Marca los símbolos. Abajo-Derecha: Tangram.

tricas (dos cuadrados, dos círculos y dos triángulos). Los objetos que se utilizan son cuadrados, círculos y triángulos de distintos colores (ver **figura 5**, arriba).

En “Analogías” se dispone de un conjunto de fichas con dos imágenes cada una. A cada

imagen le corresponde una pareja, que estará en otra ficha diferente. El objetivo de la actividad es que todas las fichas formen una cadena de modo que todos los extremos de las fichas estén con su correspondiente pareja. Los objetos que se utilizan en esta actividad son las diferentes fichas (ver **figura 5**, abajo-izquierda).

“ Durante la segunda sesión de evaluación, los pacientes probaron la actividad ‘Relaciones Sintagmáticas’. El objetivo de esta sesión era comparar la preferencia de los pacientes entre la actividad con *tabletop* y sin *tabletop* ”

En “Completa la secuencia” se usan fichas de dominó para mostrar una secuencia en la que faltan algunas piezas. El usuario ha de seleccionar la pieza que falta para completar la secuencia. Los objetos que se utilizan en esta actividad son las fichas de dominó (ver figura 5, abajo-derecha).

4. Evaluación de las actividades

Nuestro objetivo al plantear la evaluación fue responder a la pregunta: ¿Cómo percibirán los pacientes las nuevas actividades en un *tabletop* Tangible?

La evaluación se llevó a cabo como resultado de la colaboración con ASAPME (Asociación Aragonesa ProSalud Mental), una asociación local que trabaja con adultos con enfermedades mentales. <[http://](http://www.asapme.org/) [http://](http://www.asapme.org/)>

La terapeuta de esta asociación usa juegos tradicionales (sin ordenador) con sus pacientes para trabajar y mejorar sus habilidades cognitivas, que pueden estar afectadas como resultado de su enfermedad o como efecto secundario de su medicación. Las áreas cognitivas que trabajan son: atención, concentración, memoria, percepción, lenguaje, cálculo, razonamiento y pensamiento lógico, y motivación entre otras.

El grupo de terapia estaba compuesto por cuatro adultos de edades entre los 25 y 65 años con diferentes enfermedades menta-

les: esquizofrenia, esquizofrenia y retraso mental, síndrome frontal, psicosis maniaco depresiva, trastorno mental orgánico con descontrol de impulsos y retraso mental, trastorno de ansiedad y trastornos físicos.

4.1. Metodología

Después de enseñarle a la terapeuta las actividades expuestas en la sección 3, ella mostró gran interés en aplicarlas con sus pacientes en sus sesiones de trabajo. Además, la actividad de razonamiento “Relaciones sintagmáticas” es una actividad que la terapeuta aplica habitualmente con sus pacientes sin uso de ordenador.

Se planearon dos sesiones de evaluación. Durante la primera sesión, los pacientes probaron las actividades desarrolladas exceptuando “Relaciones Sintagmáticas”. Con esta evaluación se quería valorar la experiencia del usuario a la hora de probar las actividades en la mesa.

Durante la segunda sesión de evaluación, los pacientes probaron la actividad “Relaciones Sintagmáticas”. El objetivo de esta sesión era comparar la preferencia de los pacientes entre la actividad con *tabletop* y sin *tabletop*.

Durante ambas sesiones, estaban presentes la terapeuta, que ayudaba a los pacientes mientras estos probaban las actividades, y dos evaluadores, que eran los encargados de tomar nota de los comentarios de los participantes.

Ambas sesiones duraron dos horas cada una y se llevaron a cabo en la sala donde los pacientes realizaban normalmente sus actividades. Fue en esa misma aula donde se instaló un *tabletop* NIKVision para que los pacientes probaran las actividades.

4.2. Sesión 1: Uso de actividades por los pacientes

Previamente a la sesión, la terapeuta decidió qué actividades iba a realizar cada uno de los pacientes, así como el grado de dificultad.

Durante esta sesión los participantes probaron por turnos algunas de las actividades de memoria, atención y razonamiento desarrolladas en el *tabletop*. Uno de los pacientes se negó a jugar con el *tabletop* ya que comentó que no le gustaba el dispositivo. Los demás completaron las actividades sin problemas aunque los tiempos de completitud de las actividades variaron dependiendo de la enfermedad mental del paciente, en un rango de entre quince minutos y media hora.

Mientras los pacientes jugaban un experto tomaba nota de los comentarios de los pacientes para su posterior análisis.

4.3. Sesión 2: Comparativa de la actividad con *tabletop* y sin *tabletop*

Durante esta sesión, todos los participantes trabajaban en papel con la versión no tecnológica de la actividad y por turnos también jugaban con la versión de *tabletop*.

El mismo paciente que se había negado a jugar con el *tabletop* durante la sesión anterior tampoco quiso en esta sesión probar la versión de *tabletop* de la actividad, pero el resto de pacientes completaron el juego sin problemas, aunque necesitaron diferente tiempo: los pacientes más afectados cognitivamente requirieron media hora mientras que los menos afectados completaron el juego en diez minutos.

Al finalizar todos los usuarios sus actividades de “Relaciones Sintagmáticas”, se realizó una discusión en común acerca de la opinión y percepción que tienen sobre cada una de las versiones. Todos (menos el que no jugó), participaron en dicha discusión, durante 15 minutos.

4.4. Resultados

En cuanto a los resultados de la primera sesión, gracias a las notas que se tomaron se pudieron extraer algunas conclusiones para

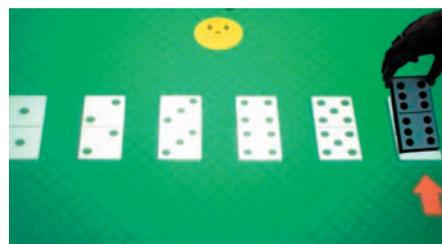
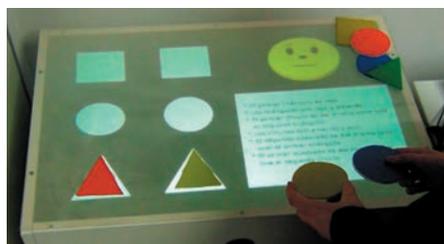


Figura 5: Actividades de razonamiento. Arriba: Relaciones sintagmáticas. Abajo-Izquierda: Analogías. Abajo-Derecha: Completa la secuencia.

“ La terapeuta nos dijo después que algunos pacientes se motivan con retroalimentación positiva pero que se frustran fácilmente con la retroalimentación negativa ”

mejorar las actividades, como se comenta a continuación:

Casi todos los participantes encontraron las últimas tareas de la actividad de razonamiento “Completa la secuencia” demasiado difíciles, lo cual indica que es necesario bajar la dificultad de dicha actividad.

También nos dimos cuenta de que en la actividad “Lista de la compra” el dibujo de la bolsa que aparecía en el área destinada a poner los alimentos podría no ser el más adecuado, ya que uno de los pacientes interpretó que al ser una bolsa, los alimentos tenían que meterse por la parte de arriba y por lo tanto concentraba todos los alimentos únicamente en la parte del arriba del área en vez de en toda la zona de la bolsa.

En esa misma actividad, también descubrimos que el tiempo que se muestra la lista con los alimentos al principio de la actividad era demasiado corto para uno de los pacientes.

Por último, observamos que la posición de la retroalimentación visual en determinadas actividades tenía que mejorarse, ya que en actividades como la de “Viajes” o “Tangram” la retroalimentación (carita que se pone triste o contenta) está situada demasiado alejada de las áreas interactivas, lo que provoca que muchas veces el paciente no la perciba.

En otras actividades, como “Busca los símbolos”, la retroalimentación sí que era adecuada ya que ésta aparecía directamente sobre el área en la que jugaba el paciente y, por lo tanto, éste siempre lo veía.

En cuanto a los resultados de la segunda sesión, el grupo discutió durante 15 minutos con los evaluadores su valoración del juego de *tabletop*. La discusión empezó preguntándoles qué actividad les gustaba más: la no tecnológica o la versión del *tabletop*.

La actividad de *tabletop* fue, en general, bien recibida por los pacientes que jugaron en el dispositivo *tabletop*, y todos ellos eligieron la versión de *tabletop* de la actividad en vez de la de papel.

Sin embargo, también expresaron algunas matizaciones personales. Uno de los participantes apuntó que, aunque era más divertido hacer la actividad en el *tabletop*, prefería leer las instrucciones en papel en vez de en

el *tabletop* ya que mirar a la pantalla de *tabletop* por mucho tiempo le cansaba la vista.

Otro paciente dijo inicialmente que prefería hacer la actividad en papel porque cuando jugaba con la versión del *tabletop*, a veces le daba retroalimentación errónea diciendo que la pieza de juego estaba mal puesta e inmediatamente después decía que estaba bien (este suceso era debido a un problema técnico que fue posteriormente solucionado).

Cuando se le preguntó al paciente qué elegiría en caso de que el problema estuviera solucionado, dijo que elegiría la actividad de *tabletop* en vez de la de papel porque era más divertida y porque era más fácil saber si habías elegido la figura correcta gracias al sonido, mientras que en la de papel tenía que preguntar a la terapeuta además de borrar y colorear de nuevo cuando fallaba.

Finalmente, otro paciente nos dijo que prefería la actividad de *tabletop* pero que no le gustaban los sonidos incorrectos: él prefería que un sonido sólo se reprodujera cuando hacía algo bien y que nada sonara cuando hacía algo mal.

La terapeuta nos dijo después que algunos pacientes se motivan con retroalimentación positiva pero que se frustran fácilmente con la retroalimentación negativa; por lo tanto, es un aspecto importante a considerar en el futuro a la hora de diseñar actividades de *tabletop* personalizadas según las preferencias de los pacientes.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Tras analizar las áreas cognitivas más tratadas por los terapeutas en pacientes mayores o con enfermedad mental se han desarrollado las herramientas necesarias para el diseño y ejecución de actividades de ese tipo en *tabletops* Tangibles basados en visión como NIKVision: un lenguaje de marcas flexible basado en XML y un intérprete de dicho lenguaje.

Ambas han sido utilizadas en el desarrollo de nueve actividades que han sido probadas por una terapeuta y su grupo de pacientes adultos con enfermedad mental. La evaluación ha servido para reafirmar las potencialidades de este tipo de actividades desarrolladas sobre un *tabletop* Tangible.

Como trabajo futuro, se está trabajando en el desarrollo de una interfaz gráfica que permita el desarrollo de actividades por parte de los propios terapeutas.

Agradecimientos

Agradecemos a la asociación ASAPME Huesca su participación en las sesiones de evaluación. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Gobierno de España a través del contrato TIN2015-67149-C3-1R.

Referencias

- [1] M.A. Drake. Evaluación de la atención. En D.I. Burín, M.A. Drake, P. Harris. *Evaluación neuropsicológica en adultos*. Buenos Aires, Barcelona, México: Paidós, 2007.
- [2] L. Gamberini, M. Alcaniz, G. Barresi, M. Fabregat, F. Ibanez, L. Prontu. Cognition, technology and games for the elderly: An introduction to ELDERGAMES Project. *Psychology Journal* 4, pp. 285-308, 2006.
- [3] D. Kern, M. Stringer, G. Fitzpatrick, A. Schmidt. *Curball - A Prototype Tangible Game for Intergenerational Play*. IEEE Press, 2006.
- [4] G.H. Kwon, L. Kim, S. Park. Development of a cognitive assessment tool and training systems for elderly cognitive impairment: A case study of a successful development of a cognitive assessment tool and training systems for the elderly people in South Korea. *7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops*, 2013.
- [5] M. Leitner, M. Tomitsch, T. Køltringer, K. Kappel, T. Greshenig. Designing tangible tabletop interfaces for patients in rehabilitation. *Proceedings of Conference & Workshop on Assistive Technologies for People with Vision and Hearing Impairments: Assistive Technology for All Ages*. M. Hersh (Eds.), Spain. pp. 1-7, 2007. < <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-415/paper9.pdf>>. Último acceso: 5 de abril de 2016.
- [6] B. Loureiro, R. Rodrigues. Multi-touch as a Natural User Interface for elders: A survey. *Information Systems and Technologies, 6th Iberian Conference*. IEEE, pp. 1-6, 2011.
- [7] J. Marco, E. Cerezo, S. Baldassarri. Interfaces innovadoras para juegos serios. *Novática nº 230*, octubre-diciembre 2014, pp. 50-57.
- [8] J. Marco, E. Cerezo, S. Baldassarri, E. Mazzonne, J. Read. Bringing Tabletop Technologies to Kindergarten Children. *23rd BCS Conference on Human Computer Interaction*. Cambridge University, pp. 103-111, 2009.
- [9] E. Muñoz-Marrón, J.L. Blázquez-Alisente, N. Galparsoro-Izagirre, B. González-Rodríguez, G. Lubrini, J.A. Periañez-Morales et al. *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica*. Barcelona: UOC, 2009.
- [10] K.B. Rocha, K. Pérez, M. Rodríguez-Sanz, C. Borrell, E.J. Obiols. Prevalencia de problemas de salud mental y su asociación con variable socioeconómicas, de trabajo y salud: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud de España. *Psicothema* 22, pp. 389-395, 2010.
- [11] European Commission. *Sociable, The way cognitive training should be!* < <http://www.cognitivetraining.eu/?q=services-0>>.